

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-283656

(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.Cl.

G11B 7/125

(21)Application number : 09-089754

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 08.04.1997

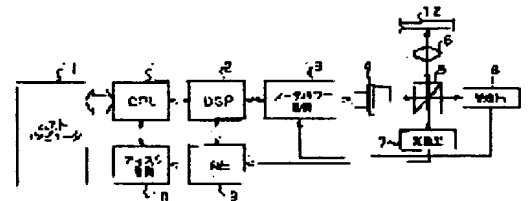
(72)Inventor : IMAI MITSUGI

(54) LASER POWER ADJUSTING METHOD AND RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the power adjusting method of a laser beam reducing an error rate.

SOLUTION: A CPU 1 calculates an asymmetry from the reproduced signal of data written with respect a WORM(write once read many) disk 12 by controlling a laser beam source 4 and a first photodetecting part 7 and calculates an optimum power by hitting the table of the value of this asymmetry with a second-order function. A laser power control part 3 makes the laser beam source 4 emit a light by the optimum power to perform a write with respect to the WORM disk 12.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

C



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学記録媒体にレーザ光を照射してパルス幅変調をされたデータを書き込むためのレーザ光のパワー調整方法において、

互いに異なる複数種類のレーザパワーで上記光学記録媒体にデータを記録する工程と、

上記複数種類のレーザパワー毎のアシンメトリを検出する工程と、

検出された各アシンメトリに基づいてレーザ光のパワーを最適化することを特徴とするレーザパワー調整方法。

【請求項 2】 上記アシンメトリは、単位周期が T のとき、周期 $2T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を A 、周期 $6T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を B 、周期 $6T$ の波形の振幅のピークピーク値を C として、

$$(B-A)/C + 0.5$$

にて与えられることを特徴とする請求項 1 記載のレーザパワー調整方法。

【請求項 3】 上記光学記録媒体は、空気層を有することを特徴とする請求項 1 記載のレーザパワー調整方法。

【請求項 4】 上記最適化は、上記光学記録媒体にレーザ光を照射してパルス幅変調されたデータを書き込んだ後に、書き込まれたデータの照合を行い、その結果が不良のときに行うことを特徴とする請求項 1 記載のレーザパワー調整方法。

【請求項 5】 上記最適化は、上記光学記録媒体を領域に分割し、各領域毎に行われることを特徴とする請求項 1 記載のレーザパワー調整方法。

【請求項 6】 光源と、

この光源から発するレーザ光を照射して光学記録媒体にパルス幅変調されたデータを書き込む書き込み手段と、

上記光学記録媒体に照射されるレーザ光の反射光を検出してデータを読み出す読み出し手段と、

この読み出し手段にて取得した信号のレベルを検出するレベル検出手段とを備え、

上記レベルからアシンメトリを算出し、このアシンメトリに基づいてレーザ光のパワーを最適化することを特徴とする記録再生装置。

【請求項 7】 上記アシンメトリは、単位周期が T のとき、周期 $2T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を A 、周期 $6T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を B 、周期 $6T$ の波形の振幅のピークピーク値を C として、

$$(B-A)/C + 0.5$$

にて与えられることを特徴とする請求項 6 記載の記録再生装置。

【請求項 8】 上記光学記録媒体は、空気層を有することを特徴とする請求項 6 記載の記録再生装置。

【請求項 9】 上記最適化は、上記光学記録媒体にデータの書き込んだ後に、書き込まれたデータの照合を行

い、その結果が不良のときに行うことを特徴とする請求項 6 記載の記録再生装置。

【請求項 10】 上記最適化は、上記光学記録媒体を領域に分割し、各領域毎に行われることを特徴とする請求項 6 記載の記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、光学記録媒体にデータを書き込む際のエラーレートを減少させるレーザパワー調整方法及び記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ディスクの記録面にレーザ光を集光して照射し、このディスクの記録面のトラック沿ってピットを形成することによりデータを記録する光ディスクが提供されている。この光ディスクは、データの書き込みは一度に限られるが、データの読み出しは何回もできるので、WORM (Write Once Read Many) ディスクと呼ばれることがある。

【0003】 このような WORM ディスクとしては、図 10 に示すように、主面に記録層 102 を備える基板 101 と、ポリカーボネートの透明層 104 との間に空気層 103 をはさむ構造のものが提供されている。上記記録層 102 は、図 11 に示すように、空気層 103 側から基板側へ順に、 Cd からなる上引き層 102a、 $TiSe$ からなる記録層 102b、 Cd からなる下引き層 102c から構成されることがある。記録層 102 が溶融するタイプの WORM ディスクは、溶融型 (ablative) と呼ばれることがある。

【0004】 このような WORM ディスクにデータを記録するには、図 12 に示すように、この WORM ディスクの記録層 102 にレーザ光を集光して照射することにより、レーザ光が集光して照射される位置を加熱して溶融する。すると、図 13 に示すように、記録層の溶融された位置においては、溶融された記録層の材料が穴を形成し、レーザが照射されなくなると急冷されてこの穴が保存される。

【0005】 WORM ディスクからのデータの読み出しは、図 14 に示すように、上記記録層 102 にレーザ光を照射すると、穴が形成されている場合には戻り光量が少ないので穴の存在を検出することができる。データは、上記記録面 102 のトラックに沿って形成された上記穴のパターンによって記録される。

【0006】 次に、WORM ディスクのフォーマットの一例について説明する。

【0007】 例えば、ユーザデータが 1024 バイト/セクタである 130mm の WORM ディスクのセクタフォーマットは、図 15 に示すように、63 バイトのヘッダ部、18 バイトのフラグ部、1309 バイトのデータ部及び 20 バイトのバッファから構成されることがある。

【0008】ヘッダ部は各セクタのディスク上の物理的な番地 (Physical Block Address) を表す領域であり、予め記録層 102 に穴を形成してプリフォーマットされている。フラグ部は、セクタ内のデータの状態を示すフラグを書き込むための領域である。データ部は、ユーザデータを書き込むための領域である。バッファは、ディスク回転変動マージン用の領域であり、記録時に回転ジッタ等によるズレが生じたとしても、データとアドレスが重なってしまうことがないように設けられている。

【0009】ヘッダ部は、SM (Sector Mark) と呼ばれる先頭パタンから始まり、実際に回転しているディスクの回転位相を与える VFO (Variable Frequency Oscillator) と、アドレスデータの開始位置を与える AM (Address Mark) と、識別信号としてのトラックナンバー及びセクタナンバーの入った ID (Identifier) との組み合わせよりなるアドレス情報パタンが 2 回繰り返され、PA (Postamble) で終わっている。

【0010】ここで、2 個の ID (ID_1 、 ID_2) には、それぞれ同一の識別信号が繰り返し書かれている。各 ID には、トラックナンバー及びセクタナンバーの識別信号の他に、その誤りを検出するための CRC (Cyclic Redundancy Check) コードも書かれている。

【0011】フラグ部には、書き込みが行われたことを示す FLAG の他に、レーザパワーのレベルを調整するためのテスト部である ALPC (Automatic Laser Power Control) 等がある。

【0012】データ部には、PLL ロック用の連続データパタンである VFO (Variable Frequency Oscillator) を書き込む領域と、データ部の同期信号である SYNC を書き込むための領域の他に、ユーザデータなどを書き込むための領域としてのデータフィールドがある。データフィールドには、ユーザデータの他に、本来書きたいセクタが欠陥であるとき交替セクタに書く処理、いわゆる欠陥処理を施した目のコントロールバイト、誤り訂正用の冗長語である ECC (Error Correction Code)、誤り検出をするための CRC (Cyclic Redundancy Check) コード、同期用の特殊コードパタンである Resync が書き込まれる。

【0013】ここで、WORM ディスクのディスク媒体の記録面に大きいあるいは多数の欠陥があると、冗長語である ECC (Error Correction Code) を付加してデータの書き込みを行っていてもエラー訂正ができず、データを正しく読み出せないことがある。そのために、ディスク媒体に書き込まれたデータを正しく読み出せるかを照合してチェックする処理が行われる。この処理はベリファイと呼ばれている。このベリファイ時にデータを正しく読み出せないときは、そのデータを別の領域 (交替領域) に書き込むための処理が行われる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところで、WORM デ

ィスクにおいては、データの書き込みに用いたレーザ光のパワーが低すぎた場合には、例えば数時間～40 時間程度の経過後に記録された穴等のマークが劣化し、書き込み直後には正しく読み出せたデータが読み出し不可能となることがある。この現象は、“バブル”と呼ばれ、時間の経過と共に穴開け部が相変化し、穴が形成されていない状態と同様な状態になるためと考えられている。

【0015】一方、上述の WORM ディスクにおいては、データを記録層 102 にレーザ光にて書き込みを行うのに最適な書き込みパワーを決定するために、キャリブレーションを行っていた。

【0016】ここで、上記キャリブレーションとしては、RF (Radio Frequency) 振幅の最大になる位置を選択していたために、ノイズその他による偽の最大値の混入を防止することは困難であった。

【0017】このような、偽の最大値の混入の問題は、キャリブレーションにアシンメトリを導入することにより解消するが、キャリブレーションに要する時間が一定ではないという問題は、依然として解決されていなかった。

【0018】また、上述の WORM ディスクにおいては、オーバーパワーになるとサーボ落ちが生ずるが、パワー値のみからこのサーボ落ちを予測することは困難であった。

【0019】この発明は上述の実情に鑑みて提案がなされるものであって、WORM ディスクに対する書き込みに最適なパワーを与え、しかも必要とする時間が一定であるレーザパワーの調整方法及び記録再生装置を提供する事を目的とする。

【0020】

【発明を解決するための手段】上述の課題を解決するために、この発明に係るレーザパワー調整方法は、光学記録媒体に照射されてパルス幅変調をされたデータを書き込むレーザ光のパワー調整方法において、互いに異なる複数種類のレーザパワーで上記光学記録媒体にデータを記録する工程と、上記複数種類のレーザパワー毎のアシンメトリを検出する工程と、検出された各アシンメトリに基づいてレーザ光のパワーを最適化するものである。

【0021】また、上記レーザパワー調整方法においては、上記アシンメトリは、単位周期が T のとき、周期 $2T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を A 、周期 $6T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を B 、周期 $6T$ の波形の振幅のピークピーク値を C として、 $(B - A) / C + 0.5$ にて与えられるものである。

【0022】そして、上記レーザパワー調整方法においては、上記光学記録媒体は、空気層を有するものである。

【0023】さらに、上記レーザパワー調整方法においては、上記最適化は、上記光学記録媒体にレーザ光を照射してパルス幅変調されたデータを書き込んだ後に、書

き込まれたデータの照合を行い、その結果が不良のときに行うものである。

【0024】そして、上記レーザパワー調整方法においては、上記最適化は、上記光学記録媒体を領域に分割し、各領域毎に行われるものである。

【0025】この発明に係る記録再生装置においては、光源と、この光源から発するレーザ光を照射して光学記録媒体にパルス幅変調されたデータを書き込む書込み手段と、上記光学記録媒体に照射されるレーザ光の反射光を検出してデータを読み出す読み出し手段と、この読み出し手段にて取得した信号のレベルを検出するレベル検出手段とを備え、上記レベルからアシンメトリを算出し、このアシンメトリに基づいてレーザ光のパワーを最適化するものである。

【0026】また、上記記録再生装置においては、上記アシンメトリは、単位周期が T のとき、周期 $2T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を A 、周期 $6T$ の波形の上下のエンベロープの中心線の値を B 、周期 $6T$ の波形の振幅のピークピーク値を C として、 $(B-A)/C+0.5$ にて与えられるものである。

【0027】そして、上記記録再生装置においては、上記光学記録媒体は、空気層を有するものである。

【0028】さらに、上記記録再生装置においては、上記最適化は、上記光学記録媒体にデータの書き込んだ後に、書き込まれたデータの照合を行い、その結果が不良のときに行うものである。

【0029】そして、上記記録再生装置においては、上記最適化は、上記光学記録媒体を領域に分割し、各領域毎に行われるものである。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、この発明に係るレーザパワー調整方法及び記録再生装置の実施の形態について説明する。

【0031】まず、この発明に係る記録再生装置の実施の形態の一例について説明する。

【0032】この記録再生装置は、図1に示すように、この記録再生装置の全体を制御するCPU1と、デジタル信号に対する各種処理を行うデジタルシグナルプロセッサ(Digital Signal Processor; DSP)2と、WORMディスク12に集光して照射されるレーザ光のパワーを自動制御するレーザパワー制御部3と、レーザ光を発光する光源であるレーザ光源4と、WORMディスク12に照射されるレーザ光とこのWORMディスク12からの戻り光を分離するビームスプリッタ5と、WORMディスク12に照射されるレーザ光を集光する集光レンズ6と、光を検出する第1の光検出部7と、同じく第2の光検出部8と、信号からの再生等を行う再生部9と、WORMディスク12に係る機構系、光学系等を制御するディスク制御部10とから構成される。そして、この記録再生装置は、外部のホストコンピュータ11によ

て、制御されている。

【0033】上記CPU1は、外部のホストコンピュータ11の制御の下に、この記録再生装置全体を制御する。このCPU1は、DSP2及びディスク制御部10を直接制御している。

【0034】上記DSP2は、CPU1の制御の下に、CPU1、レーザパワー制御部3、及び再生部9からデータを受け取って、これらのデジタル信号に所定の処理を施し、処理を施したデータをCPU1、レーザパワー制御部3、及び再生部9に与える。

【0035】上記レーザパワー制御部3は、第2の光検出部8において検出した光量に関する信号を与えられ、DSP2からレーザ光源4を駆動するデータを与えられ、WORMディスク12に照射されてデータ書き込むレーザ光の書き込みパワーが所定のレベルに保たれるようにレーザパワーの調整を行う。

【0036】上記レーザ光源4は、レーザパワー制御部3によって駆動され、WORMディスク12に照射されてデータを書き込むレーザ光を発する。このレーザ光源4に発するレーザ光は、上記ビームスプリッタ5にて、WORMディスク12方向にほぼ 90° 転じられ、集光レンズ6を介して上記WORMディスク12の記録面に集光して照射される。上記ビームスプリッタ5に入射したレーザ光の一部は、このビームスプリッタ5を透過して上記第2の光検出部8に入射する。

【0037】上記WORMディスク12からのレーザ光の反射光は、上記集光レンズ6にて光束となされ、上記ビームスプリッタ5を透過して上記第1の光検出部7に入射する。

【0038】上記第1の光検出部7は、入射した光量を検出し、その結果を上記再生部9に与える。上記第2の光検出部8は、入射した光量を検出し、その結果を上記レーザパワー制御部3に与える。

【0039】上記再生部9は、上記第1の光検出部7から与えられる信号からデータの再生等の処理を行い、その結果を上記DSP2及びディスク制御部10に与える。上記DSP2からはデジタル信号等の供給を受ける。

【0040】上記ディスク制御部10は、上記CPU1の制御の下に、上記再生部9から再生信号等を与えられ、この信号に基づいてWORMディスク12に係る機構系及び光学系の制御のための処理を行う。そして、その結果を上記CPU1に与える。

【0041】上記ホストコンピュータ11は、上記記録再生装置に対して、上記CPU1を介して制御等を行う。このホストコンピュータ11は、また、ユーザと上記記録再生装置のインターフェースを行う。

【0042】以上述べたように、この記録再生装置は、レーザ光源4と、このレーザ光源4から発してWORMディスク12に照射されてパルス幅変調されたデータを

書き込むレーザ光を集光する集光レンズ6と、該WORMディスク12に照射されるレーザ光の反射光を検出する第1の光検出部7及び第2の光検出部8と、これら第1の光検出部7及び第2の光検出部8から受け取った信号を処理するレーザパワー制御部3及び再生部9とを有し、上記信号からアシンメトリを算出し、このアシンメトリに基づいてレーザ光のパワーを最適化するものである。

【0043】ここで、上記アシンメトリは、単位周期がTのとき、周期2Tの波形の上下のエンベロープの中心線の値をA、周期6Tの波形の上下のエンベロープの中心線の値をB、周期6Tの波形の振幅のピークピーク値をCとして、 $(B-A)/C+0.5$ にて与えられる。

【0044】また、上記WORMディスク12は、空気層を有するものである。

【0045】そして、上記最適化は、該WORMディスク12にデータの書き込んだ後に、書き込まれたデータの照合を行い、その結果が不良のときに行うものである。

【0046】さらに、上記最適化は、該WORMディスク12を領域に分割し、各領域毎に行われるものである。

【0047】次に、この発明に係るレーザパワー調整方法の一連の手順を、図2のフローチャートを参照しながら説明する。

【0048】この一連の工程はステップS1に開始され、ステップS14又はステップS23にて終了し、途中のステップS5、ステップS7、ステップS11又はステップS12において条件によって分岐する。

【0049】この一連の工程が開始されるステップS1においては、書き込みパワーの初期値w0を設定する。即ち、WORMディスク12に書き込まれているディスクメカの推奨パワーであるWsfpを取得し、このWsfpの20%減を書き込みパワーの初期値w0とする。そして、この作業を終えるとステップS2に進む。

【0050】次のステップS2においては、図3に示すように、書き込みパワーテーブルを作成する。具体的には、ステップS1において設定した書き込みパワーの初期値w0を5%刻みに増加した書き込みパワーの要素w0～w7からなる要素数8のテーブルを作る。従って、各書き込みパワーw0～w7の初期値w0に対する関係は例えば次の通りである。

$$【0051】w_n = (0.05 \times n + 1) \times w_0$$

もっとも、上記5%や20%のような数字は目安であって、これらの数字は実際のWORMディスク12の特性によって変更されることもある。以上の作業を終えるとステップS3に進む。

【0052】次のステップS3においては、該WORMディスク12にレーザ光を集光して照射することにより周期6Tの波形を書き込む。ここに、Tとはここでの単

位周期である。この作業を終えるとステップS4に進む。

【0053】次のステップS4においては、該WORMディスク12にレーザ光を照射してステップS3において書き込んだ周期6Tの波形の振幅のピークピーク値及び上下のエンベロープの中心値であるオフセットを取得する。また、該WORMディスク12のVFO領域に書き込まれている周期2Tの波形の上下のエンベロープの中心値であるオフセットを取得する。これらの作業を終えるとステップS5に進む。

【0054】次のステップS5においては、条件によって分岐する。即ち、ステップS3において該WORMディスク12に書き込んだ周期6Tの波形のデータが実際に書き込まれていて書き込みが“バブル”でないことが確認される。図6及び図9を参照すると、読み出した振幅が小さい場合にはエラーレートが高く、書き込みが“バブル”であると見なすことができる。これら図5及び図8の詳細については後述する。ここで、“バブル”とは、書き込みが完全でないために書き込まれたデータが泡のように消えてしまうという意味である。

【0055】書き込みが“バブル”である場合には、ステップS3における書き込みパワーが十分でなかったことになる。書き込みが“バブル”である場合には“YES”としてステップS21に進み、書き込みが“バブル”でない場合には“NO”としてステップS6に進む。

【0056】ステップS6においては、アシンメトリを算出し、メモリテーブルにストアする。即ち、ステップS4において取得した周期6Tの波形のオフセット及び振幅のピークピーク値及び周期2Tの波形の振幅のオフセットから、アシンメトリを算出し、このアシンメトリをメモリテーブルに格納する。

【0057】ここで、アシンメトリ(asy)とは、図5に示すように、周期2Tの波形のオフセットをA、周期6Tの波形のオフセットをB、振幅のピークピーク値をCとして、

$$asy = (B - A) / C + 0.5$$

にて与えられる。

【0058】そこで、算出したアシンメトリを、図4に示すメモリテーブルの書き込みパワーw0に対応する列にストアする。

【0059】以上の作業を終了すると、ステップS7に進む。

【0060】次のステップS7においては、条件によって分岐する。即ち、アシンメトリが0.55以上の場合には、書き込みパワーが大きすぎることになる。そこで、上記条件を満たす場合には“YES”としてステップS21に進み、上記条件を満たさない場合には、“NO”としてステップS8に進む。なお、上記条件においてはアシンメトリのしきい値は0.55であったが、こ

の具体的な値は該WORMディスク12の特性によって変更されることもある。

【0061】なお、ステップS5からステップS7の間は、書き込みパワーの値の如何によってはループから脱出することができなくなる。このような場合には、ステップS7における条件を調節する。そして、通常はこのステップS7は、書き込みパワーw1にて抜けるようにセットしておく。

【0062】ステップS8においては、該WORMディスク12にレーザ光を集光して照射することにより周期6Tの波形を書き込む。この作業が終了すると、ステップS9に進む。

【0063】次のステップS9においては、該WORMディスク12にレーザ光を集光して照射することにより、ステップS8において書き込んだ周期6Tの波形を読み出し、この周期6Tの波形のオフセット及び振幅のピークピーク値を取得する。また、VFO領域に書き込まれている周期2Tの波形のオフセットを取得する。そして、周期6Tの波形の振幅のピークピーク値から、ステップS8にて書き込んだ周期6Tの波形が実際に書き込まれて“バブル”書き込みでないことが確認される。以上の作業を終えると、ステップS10に進む。

【0064】次のステップS10としては、アシンメトリを算出し、このアシンメトリをメモリテーブルに記憶させる。算出したアシンメトリが不良の場合には、“0”を記憶させる。このメモリテーブルは、図4に示すように、書き込みパワーw0～w7を納める行と、アシンメトリasym0～asym7を納める行とからなる。そして、ステップS9にて取得した周期6Tの波形のオフセット及び振幅のピークピーク値、周期2Tの波形のオフセットから、図3に示した書き込みパワーテーブルに納められている書き込みパワーの要素w0～w7に対応するアシンメトリasym0～asym7を算出し、これらのアシンメトリasym0～asym7をメモリテーブルに格納する。これらの作業を終えると、次のステップS11に進む。

【0065】次のステップS11においては、条件によって分岐する。即ち、ステップS10において取得したアシンメトリが0.9以上の場合には、書き込みパワーが大きすぎることになる。そこで、上記条件を満たす場合には“YES”としてステップS22に進み、上記条件を満足しない場合には“NO”として、ステップS12に進む。

【0066】ステップS12においては、条件によって分岐する。即ち、上掲図3のメモリテーブルをチェックし、例えば書き込みパワーについての単調増加のパターンから外れるアシンメトリの要素を不良とみなす。そして、このような不良及びステップS10にて“0”を記憶された不良のアシンメトリの要素が2個以下の場合には、合格とする。そこで、不良の要素が2個以下という

上記条件を満たす場合には“YES”としてステップS13に進み、上記条件を満たさない場合には“NO”としてステップS23に進む。

【0067】ステップS13においては、ステップS12にてチェックした不良のアシンメトリを除いて、上掲図4のメモリテーブルの書き込みパワーw0～w7とアシンメトリasym0～asym7との関数関係を二次関数にてフィットする。そして、上記二次関数においてアシンメトリの値が0.7(asym=0.7)となる書き込みパワーを最適値とする。ここで、二次関数によるフィットの方法としては、例えば最小二乗近似を用いることができる。この作業を終えると、ステップS14に進む。

【0068】次のステップS14としては、ステップS13で最適化した書き込みパワーに基づいて書き込み書き込みパワーテーブルを作成する。すなわち、ステップS13にて求めた書き込みパワーの最適値を基準値として、二次関数の関数関係から書き込みパワーテーブルの各要素w0～w7を算出する。そして、これらの書き込みパワーを書き込みパワーテーブルに格納する。

【0069】ここで、書き込みパワーテーブルは、該WORMディスク12を領域に分けて、各領域毎に最適化した書き込みパワーを算出して格納する。例えば、定角速度(CAV)のWORMディスク12を半径についてドーナツ状の領域に分割する場合には、ステップ13において書き込みパワーの最適化を行った半径をrp、最適値をwpとすると、半径rxで代表されるゾーンの最適値wxは、半径と線速度との関係から、

$$wx = wp \times (rx / rp)^{1/2}$$

にて与えることもできる。

【0070】また、書き込みパワーの最適化のためには、試し書き領域として各領域の終端部にキャリブレーションエリアを設け、このキャリブレーションエリアにおいて実際に書き込みと読み取りを行うことにより、書き込みパワーの最適値を求めることもできる。

【0071】ステップS21においては、該WORMディスクにデータを書き込むレーザ光が十分ではなかったことになるので、上掲図3にて、書き込みパワーを増加させて書き込みパワーテーブルを作成し直す。このためには、例えば、ステップS2において作成した書き込みパワーテーブルの増加のステップを5%から10%に増加させることもできる。この作業を終えると、ステップS3に進む。

【0072】ステップS22においては、アシンメトリの値から、該WORMディスクに書き込みを行うレーザ光の書き込みパワーがオーバパワー気味なので、パワーを小さくする。この作業を終えると、次のステップS8に進む。

【0073】ステップS23においては、作成したメモリテーブルにおいて不良なアシンメトリの個数が所定値

以上であったので、この一連の手順を再試行するか、あるいは失敗（NG）として中止することにする。

【0074】以上述べたように、この発明に係るレーザパワー調整方法においては、パルス幅変調されたデータをWORMディスク12に書き込むレーザ光の書き込みパワーは、アシンメトリについての最適化のキャリブレーションによって最適化される。

【0075】ここで、アシンメトリは、単位周期がTのとき、周期2Tの波形のオフセットをA、周期6Tの波形のオフセットをB、周期6Tの波形の振幅のピーク

10 ピーク値をCとすると、 $(B-A)/C+0.5$ にて与えられる。

【0076】また、上述のWORMディスク12は、空気層を有するものである。

【0077】そして、上記最適化のキャリブレーションは、該WORMディスク12にレーザ光を照射してパルス幅変調されたデータの書き込んだ後に書き込まれたデータのベリファイを行い、このベリファイの結果が不良のときに行うようにすることもできる。ベリファイ結果が良好な場合には、キャリブレーションを省略するの

20 で、所用時間を短縮することになる。

【0078】さらに、上記最適化のキャリブレーションは、WORMディスク12を領域に分割し、各領域毎に行なうことができる。例えば、半径方向にドーナツ状の領域に分割する場合には、ディスクの内側と外側とではデータ書き込みに要するパワーも異なるので、良好な特性を維持することができる。

【0079】そして、上記最適化のキャリブレーションは、書き込み次にベリファイ（照合）が不良の場合、あるいは交替領域に2度書いても不良の場合に実行するよ

30 うにすることもできる。

【0080】続いて、WORMディスク12にパルス幅変調されたデータを書き込むレーザ光の書き込みパワーと、エラーレート、アシンメトリ、及び振幅とのそれぞれの関係を説明する。

【0081】書き込みパワーとエラーレートとの関係は、図6に示すように、エラーレートが略々6mWから略々7mWまでの範囲においてはオーダーとして 10^{-2} 程度の極小を2個程度通過した後、書き込みパワー7.2mW付近で極大値0.5程度まで増加する。エラーレ

40 ートは、その後書き込みパワー8mW程度まで減少し、以後書き込みパワー14mW付近に達するまでエラーレート 10^{-5} 程度の値を維持するが、エラーレートはパワー14mW付近で1近く達する。ここで、図中の“a”は周期2Tの波形のエラーレート、“b”は周期6Tの波形のエラーレートを示している。

【0082】書き込みパワーとエラーレートとの関係は、図7に示すように、エラーレートが略々6mWから略々7mWまでの範囲においてはオーダーとして 10^{-1} 程度の極小を1個乃至2個程度通過した後、書き込みパ

ワー7.2mW付近でエラーレートとして1近くの極大に達する。エラーレートは、その後書き込みパワー7.5mWから8mW程度まで減少し、以後書き込みパワー12mWから13mW付近に達するまでエラーレート 10^{-5} 程度の値を維持するが、エラーレートはその後増加する。ここで、図中の“a”はインクリメント（increment）のパタンのエラーレート、“b”はサーティファイ（certify）のエラーレートを示している。ここで、インクリメントは1（T）づつ所定の上限までの増加を繰り返す疑似ランダム信号、サーティファイはフォーマットと同様、に1（T）と2（T）のマークが交互に書き込まれる信号である。

【0083】書き込みパワーとアシンメトリとの関係は、図8に示すように、書き込みパワーが5mWから7mW程度までの範囲においては、エラーレートは略々減少を続け、書き込みパワー7.2mW付近で略々0.3の極小値に達する。エラーレートは、その後は徐々に増加を続けて、書き込みパワー14mWにて略々0.9に達する。図中の“a”、“b”、及び“c”は、異なった条件の下でのアシンメトリを示している。

【0084】書き込みパワーと振幅のピークピーク値との関係は、図9に示すように、周期2Tの波形と周期6Tの波形によって、大きく2つに分かれた。周期2Tの波形に対応する振幅は、書き込みパワー7mWにおいて略々90%であり、書き込みパワー9mWにて極大値110%程度を取り、その後は減少を続けて14mWにて略々100%となる。周期6Tの波形に対応する振幅は、書き込みパワー7mWにて数%であり、書き込みパワー8.7程度にて82%程度の極大値に達し、その後は減少を続けて14mWにて43%程度になる。ここで、図中“a”、“b”、及び“c”は、周期2Tの波形に対応している。図中“d”、“e”、及び“f”は、周期6Tの波形に対応している。

【0085】なお、この実施の形態においてはWORMディスク12について例示したが、この発明に係るレーザパワーの制御方法は、WORMディスクに限定されない。他の光学記録媒体に対しても用いることができる。

【0086】

【発明の効果】上述したように、この発明に係るレーザパワー調整方法及び記録再生装置によると、パルス幅変調によってWORMディスクにデータを記録する際に、アシンメトリによるキャリブレーションにより最適な書き込みパワーを求める。従って、“バブル”書き込みにより記録したデータが失われたり、オーバーパワーによってサーボが懸かるなくなったりすることを防止することができる。

【0087】また、書き込みパワーの最適化に際しては、書き込みパワーとアシンメトリとの間の関数関係を二次関数にて近似する。従って、関数関係を精度よく近似することができるので、パワーの最適値の精度を向上

*【図6】 書き込みパワーとエラーレートとの関係の一例を示すグラフである。

【図7】 書き込みパワーとエラーレートとの関係の他の例を示すグラフである。

【図8】 書き込みパワーとアシンメトリとの関係を示すグラフである。

【図9】 書き込みパワーと振幅との関係を示すグラフである。

【図10】 WORMディスクの要部断面図である。

【図11】 WORMディスクの記録層の要部断面図である。

【図12】 WORMディスクへの書き込みを模式的に示す要部断面図である。

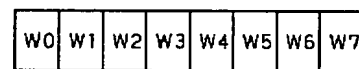
【図13】 書き込みがなされたWORMディスクを模式的に示す要部断面図である。

【図14】 書き込みがなされたWORMディスクからの読み出しを模式的に示す要部断面図である。

【図15】 WORMディスクのフォーマットの一例を示すデータ構造図である。

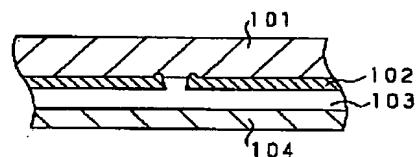
1 CPU、2 DSP、3 レーザパワー制御部、4
レーザ光源、11 ホストコンピュータ、101 基
板、102 記録層、103 空気層、104 透明層

【図 3】



書き込みパワーテーブル

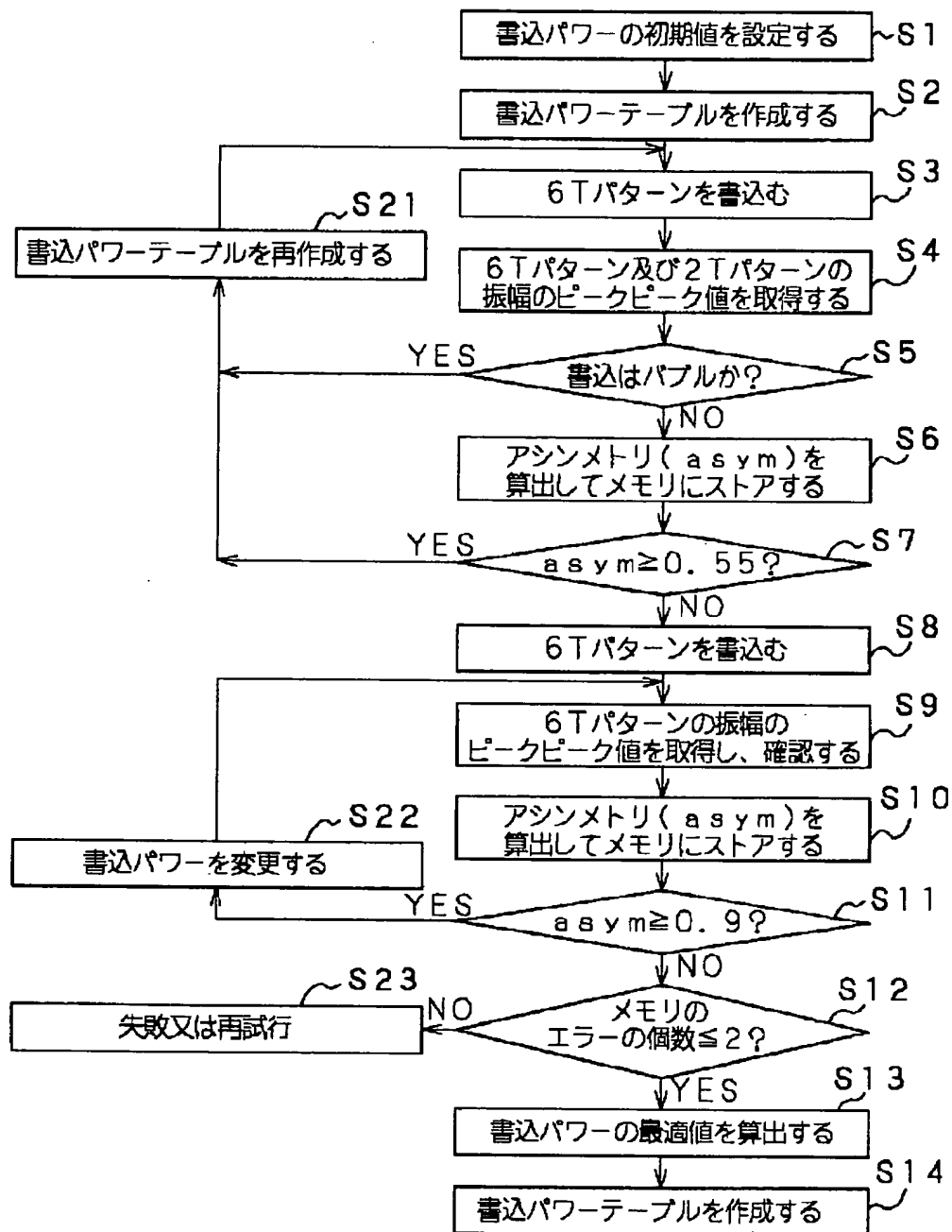
【图 13】



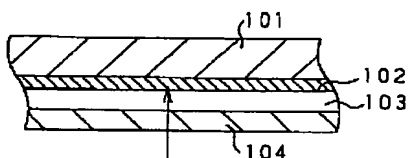
【图 10】

メモリテーブル

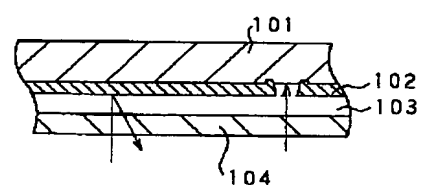
【図2】



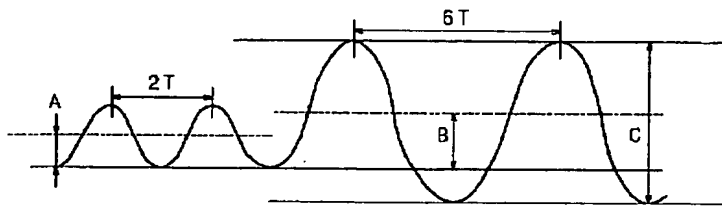
【図12】



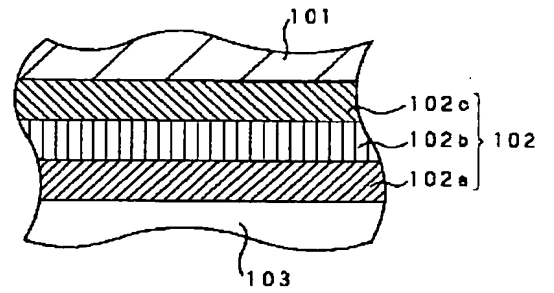
【図14】



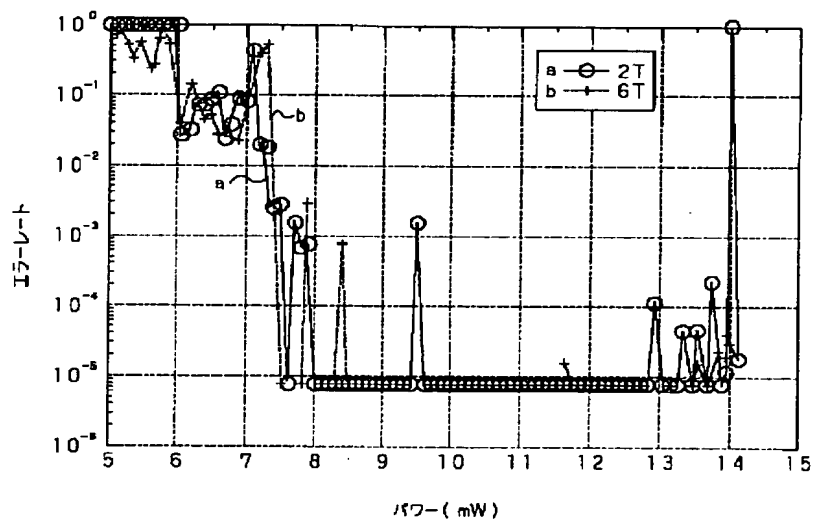
【図5】



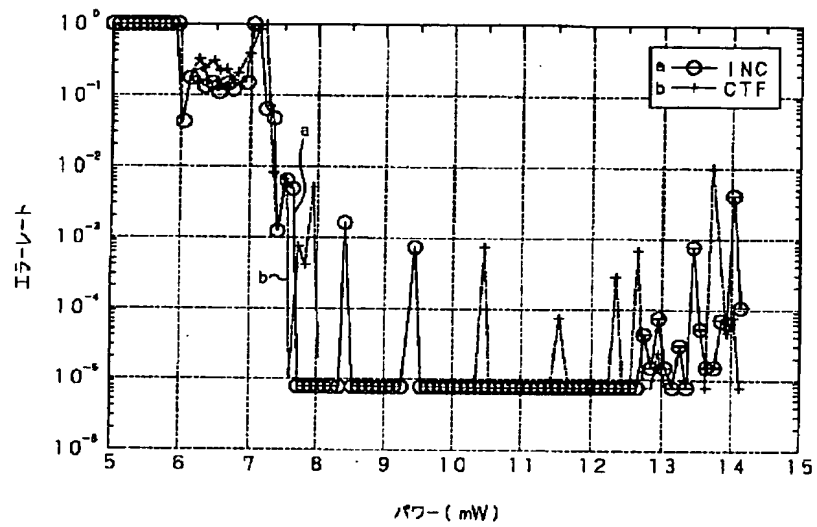
【図11】



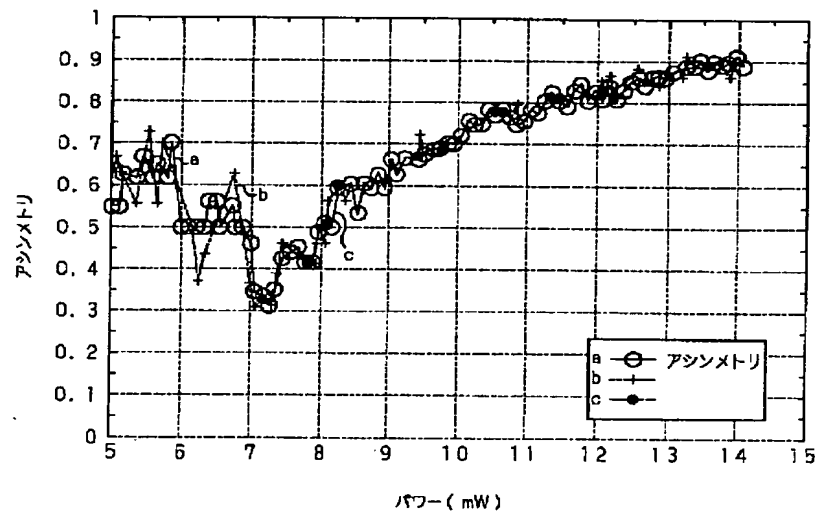
【図6】



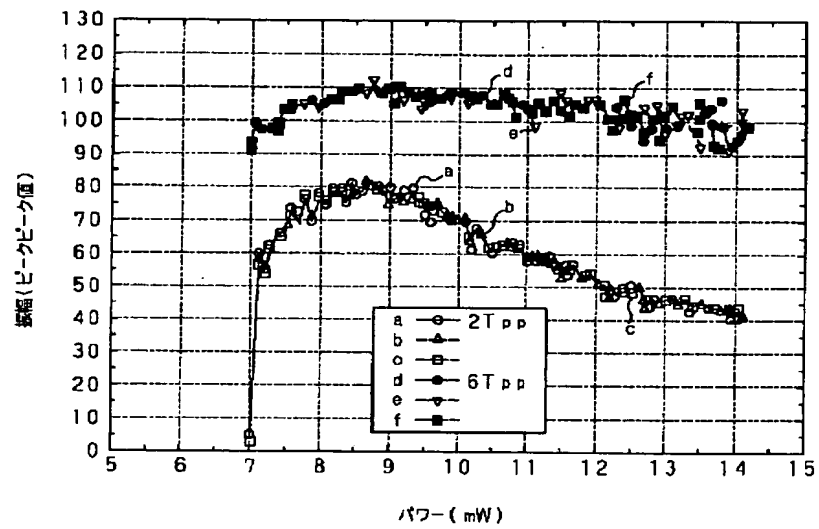
【図7】



【図8】



【図9】



【図15】

